

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 779 610 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
18.06.1997 Bulletin 1997/25

(51) Int Cl.⁶: **G11B 5/00, G11B 5/39**

(21) Numéro de dépôt: **96402717.1**

(22) Date de dépôt: **12.12.1996**

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: **15.12.1995 FR 9514897**

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Daval, Jacques
38240 Meylan (FR)**
• **Bechevet, Bernard
38640 Claix (FR)**

(74) Mandataire: **Signore, Robert et al
c/o BREVATOME
25, rue de Ponthieu
75008 Paris (FR)**

(54) **Dispositif d'enregistrement à micropointe recouverte d'une multicouche magnétorésistive**

(57) Dispositif d'enregistrement à micropointe recouverte d'une multicouche magnétorésistive.

Selon l'invention, une micropointe (12) est recouverte d'une couche magnétorésistive (46).
Application à l'enregistrement d'informations.

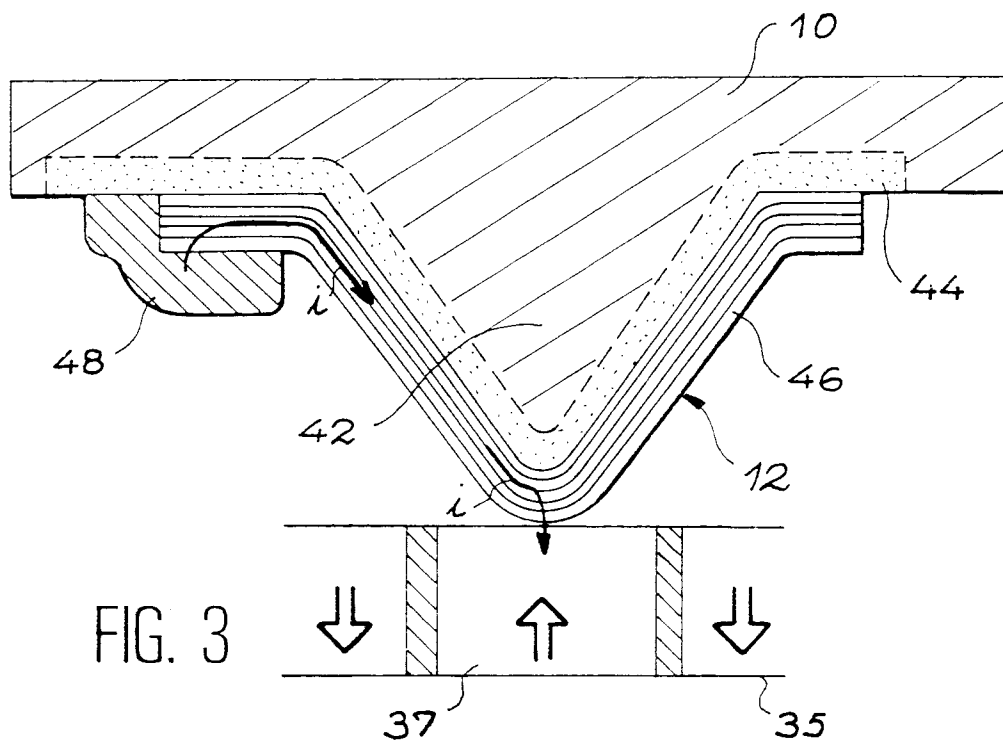


FIG. 3

EP 0 779 610 A2

Description

Domaine technique

La présente invention a pour objet un dispositif d'enregistrement à micropointe recouverte d'une couche magnétorésistive.

L'invention trouve des applications dans l'enregistrement d'informations sur un support, ce qui peut être utilisé en télévision ou dans les mémoires d'ordinateur.

Etat de la technique antérieure

L'enregistrement d'informations au moyen d'une micropointe agissant sur un support approprié est déjà connu. Par micropointe, on entend ici une pointe mécanique (et non optique) dont la taille est inférieure à environ un micromètre. Ces pointes sont en général conductrices de l'électricité. Un courant circulant entre une telle pointe et un support provoque un échauffement local de celui-ci qui peut entraîner une modification de sa structure, et, par exemple, le faire passer d'un état cristallin à un état amorphe. C'est l'opération d'écriture. La mesure ultérieure de la caractéristique du matériau, par exemple sa conductivité, constitue l'opération de lecture.

Cette technique est baptisée "enregistrement à changement de phase". La pointe utilisée est alors une pointe du genre de celles qu'on trouve dans les sondes de microscopie atomique ("Atomic Force Microscope" en anglais, ou AFM en abrégé).

Une autre technique consiste à utiliser un support d'enregistrement avec un film magnétique et une sonde du genre de celles qu'on trouve dans les microscopes à balayage par effet tunnel ("Scanning Tunneling Microscope" en anglais ou STM). Une impulsion de courant passe encore dans la pointe et à travers le film magnétique. Le matériau magnétique s'échauffe par effet Joule. Un champ magnétique permanent est appliqué par des moyens extérieurs et permet de créer une aimantation ayant une certaine direction. Si l'on chauffe le film au-dessus de la température de Curie du matériau, l'aimantation initiale est détruite.

A la lecture, le point ainsi traité se distingue de ses voisins par la direction de son aimantation.

Selon encore un autre mécanisme, on peut employer une micropointe magnétique et utiliser le champ magnétique de fuite de la pointe, en combinaison avec un champ extérieur, pour produire dans le film magnétique un champ supérieur au champ coercitif du matériau et imposer ainsi une nouvelle orientation de l'aimantation. La lecture consiste alors à détecter l'orientation du champ magnétique dans le film. Cette détection peut s'effectuer de manière optique, en mesurant la rotation du plan de polarisation d'un faisceau laser.

Bien que donnant satisfaction à certains égards, les dispositifs de l'art antérieur utilisant des micropointes magnétiques présentent des inconvénients, notamment

en raison des difficultés de réalisation et du manque de sensibilité.

La présente invention a justement pour but de remédier à ces inconvénients.

Exposé de l'invention

A cette fin, l'invention propose un dispositif d'enregistrement dans lequel la micropointe est d'un type particulier, simple à réaliser et d'une grande sensibilité. Selon l'invention, la micropointe est constituée d'une pointe amagnétique recouverte d'une multicouche magnétorésistive. Une telle multicouche possède une résistance R dont la valeur change d'une quantité ΔR pour toute variation du champ magnétique. Il est donc possible de mesurer les variations du champ magnétique lorsque la micropointe parcourt la surface du support d'enregistrement et cela par la mesure de la variation ΔR de la résistance de la micropointe. Cette mesure est classique et ne nécessite que des moyens ordinaires (générateur de courant ou de tension, moyen de mesure de tension ou de courant). En écriture, un courant circule dans la multicouche, sous forme d'impulsion par exemple, et ce courant pénètre dans le support d'enregistrement où il crée un échauffement local du matériau pour amener sa température à une valeur supérieure à la température de Curie. Par l'application simultanée d'un champ magnétique, on peut écrire ainsi un bit d'information dans le support. Selon l'invention, la multicouche magnétorésistive sert donc aussi bien à la lecture qu'à l'écriture.

De façon précise, la présente invention a pour objet un dispositif d'enregistrement comprenant :

- au moins une micropointe,
- un support d'enregistrement possédant un film magnétique ayant localement une certaine aimantation,
- des moyens de déplacement relatif de la micropointe et du support,
- des moyens d'écriture aptes à échauffer le film magnétique et à modifier la direction de l'aimantation d'une zone du film placée en regard d'une pointe,
- des moyens de lecture aptes à déterminer le sens de l'aimantation de la zone située en regard de la micropointe,

ce dispositif étant caractérisé par le fait que la micropointe est en matériau amagnétique et est recouverte d'une multicouche magnétorésistive, les moyens de lecture étant aptes à mesurer la variation de résistance de la multicouche magnétorésistive et les moyens d'écriture aptes à faire circuler un courant à travers la multicouche magnétorésistive et dans le film magnétique.

De préférence, la couche magnétorésistive est une multicouche.

Brève description des dessins

- la figure 1 rappelle la structure d'un dispositif d'enregistrement à micropointe,
- la figure 2A illustre schématiquement l'opération d'écriture et la figure 2B l'opération de lecture selon l'invention,
- la figure 3 montre, en coupe, une micropointe selon l'invention,
- la figure 4A montre un exemple de multicouche magnétorésistive et la figure 4B un diagramme de variation relative de la résistance en fonction du champ magnétique appliqué.

Exposé détaillé de modes de réalisation

La figure 1 montre un dispositif d'enregistrement comprenant, à l'extrémité d'un bras flexible 10, une micropointe 12, l'ensemble pouvant se déplacer dans une ou deux directions grâce à des moyens 14. Un circuit d'alimentation et de mesure 20 est relié au bras 10. Un support d'enregistrement 30 est placé sous la micropointe 12. L'écriture s'effectue point par point sur le support, en déplaçant la pointe après chaque écriture. La lecture s'effectue elle aussi point par point avec déplacement latéral.

Les figures 2A et 2B illustrent les opérations d'écriture et de lecture dans le cas de l'invention. Sur la figure 2A, on voit une pointe amagnétique 12 recouverte d'une multicouche magnétorésistive 46. Cette pointe est déposée en regard d'un support d'enregistrement 30 constitué par un substrat 32 recouvert d'un film magnétique 35. Un champ magnétique extérieur H est constamment appliqué. L'aimantation de la couche 35 peut être soit parallèle au champ magnétique H, soit antiparallèle. Cette aimantation est obtenue en faisant circuler un courant i dans la multicouche 46 et dans la couche 35. Ce courant provoque un échauffement local dans le film 35 qui porte la température de celui-ci au-delà de la température de Curie. L'application du champ extérieur H impose alors un champ magnétique de même sens dans le film.

Pour lire un tel support, on détecte, selon une caractéristique de l'invention, le champ de fuite du support d'enregistrement à l'aide de la multicouche magnétorésistive. Sa variation de résistance relative, soit $\Delta R/R$ est positive ou négative, selon que l'aimantation du film 35 en regard de la pointe est orientée dans un sens ou dans l'autre. Sur la figure 2B, on voit ainsi deux zones 37 et 39 où les aimantations sont de sens opposés et où les variations de $\Delta R/R$ dans la multicouche 46 sont, elles aussi, opposées.

La figure 3 montre de manière plus détaillée la structure de la pointe avec sa multicouche magnétorésistive. Dans l'exemple illustré, le bras 10 peut être par exemple, en partie, en silicium avec une partie gravée selon les plans cristallographiques du silicium pour former une micropointe amagnétique pyramidale 42. Sur

cette micropointe a été déposée une couche isolante 44, par exemple en SiO_2 ou en Si_3N_4 , cette couche étant elle-même recouverte d'une multicouche magnétorésistive 46. A la base de chaque micropointe se trouve un plot de contact 48 pour une connexion électrique, qui va permettre d'injecter le courant i nécessaire à l'écriture.

De préférence, la couche magnétorésistive 46 est une multicouche du type vanne de spin ("spin-valve"), dite aussi magnétorésistance géante. Les couches peuvent être, par exemple, un empilement de $\text{NiFe/Cu/Ni-Fe/FeMn/Fe}$.

Les figures 4A et 4B permettent de mieux comprendre le fonctionnement d'une telle micropointe à magnétorésistance multicouche. La magnétorésistance est représentée fonctionnellement sur la figure 4A avec un substrat 80, une couche 81 en un premier matériau magnétique doux, une deuxième couche 85 isolante, une troisième couche 82 en deuxième matériau magnétique doux et, enfin, une couche 83 en un troisième matériau magnétique de type antiferromagnétique.

Les variations de résistance relative $\Delta R/R$ sont représentées sur la figure 4B en fonction du champ magnétique H appliqué, lequel provient du support d'enregistrement. Les flèches référencées 1, 2 et 3 correspondent aux aimantations dans les couches 81, 82 et 83 représentées sur la ligne 4A. Lorsque le champ est fort ou négatif, les trois aimantations sont parallèles (plage ferromagnétique FM). Dans la plage médiane, l'aimantation de la couche 81 est antiparallèle à celle des autres (plage antiferromagnétique AFM). Le cycle de $\Delta R/R$ en fonction de H présente alors une forme en marche d'escalier avec un $\Delta R/R$ qui bascule brusquement d'une valeur R_{FM} à une autre R_{AFM} autour d'un champ critique H_{c1} faible et légèrement positif, ($0 < H_{c1} < 1$ Oerstedt). Le champ de fuite du milieu d'enregistrement est au moins égal à ce champ critique H_{c1} ; la variation $\Delta R/R$ est lue par la magnétorésistance.

L'invention qui vient d'être décrite peut être utilisée quels que soient la structure et le nombre de micropointes. Elle peut être utilisée en particulier dans un dispositif qui comprendrait une pluralité de micropointes réparties en lignes ou en matrice.

Revendications

1. Dispositif d'enregistrement comprenant :

- au moins une micropointe (12),
- un support d'enregistrement (30) possédant un film magnétique (35) ayant une certaine aimantation,
- des moyens de déplacement relatif (14) de la micropointe (12) et du support (30),
- des moyens d'écriture (20) aptes à échauffer le film magnétique et à modifier la direction de l'aimantation d'une zone (37, 39) du film (35) placée en regard d'une pointe,

- des moyens de lecture (20) aptes à déterminer le sens de l'aimantation de la zone (37, 39) située en regard de la micropointe (12),

ce dispositif étant caractérisé par le fait que la micropointe (12) est en matériau amagnétique et est recouverte d'une multicouche magnétorésistive (46), les moyens de lecture étant aptes à mesurer la variation ($\Delta R/R$) de résistance de la multicouche magnétorésistive (46) et les moyens d'écriture aptes à faire circuler un courant (i) à travers la multicouche magnétorésistive (46) et dans le film magnétique (35).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la multicouche magnétorésistive (46) est du type à vanne de spin.

20

25

30

35

40

45

50

55

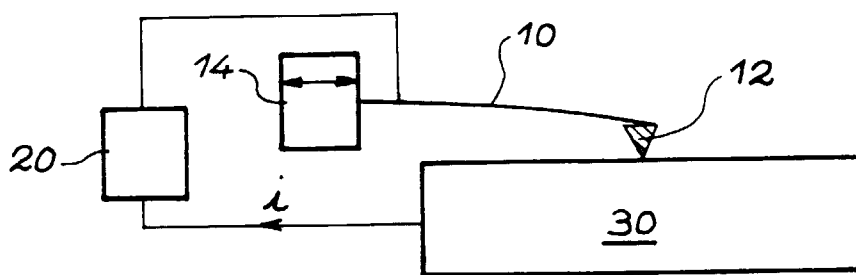


FIG. 1

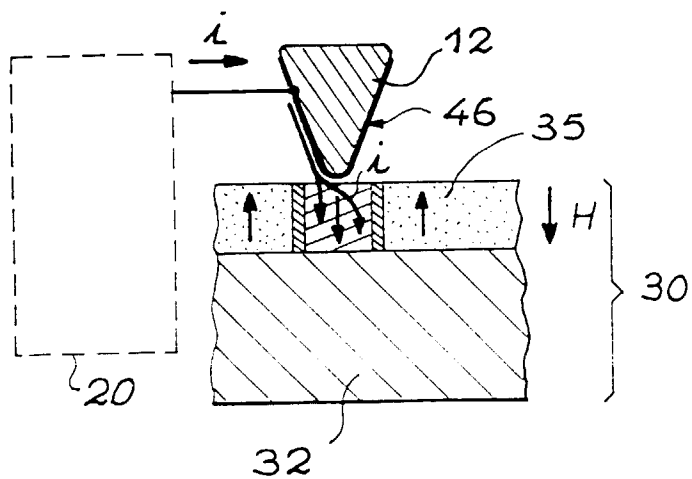


FIG. 2A

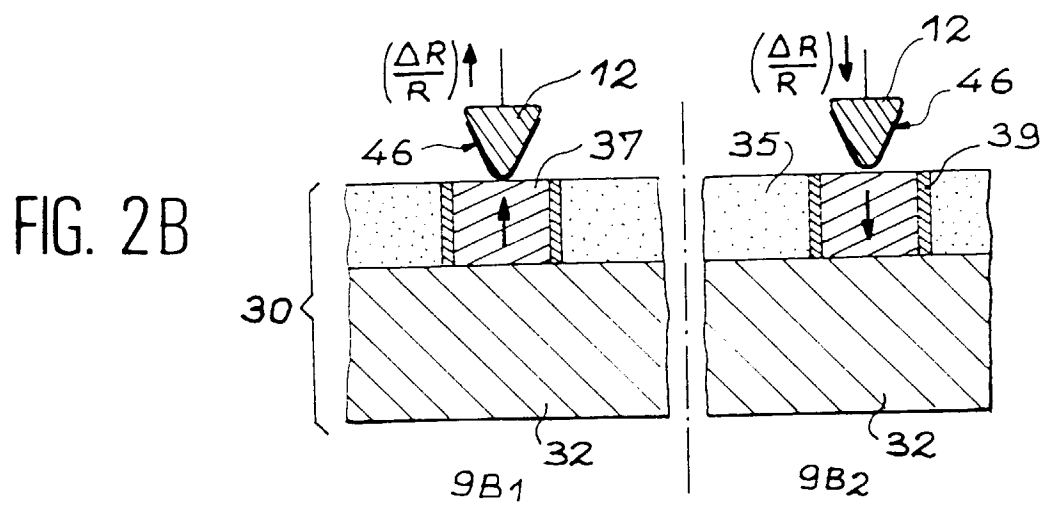


FIG. 2B

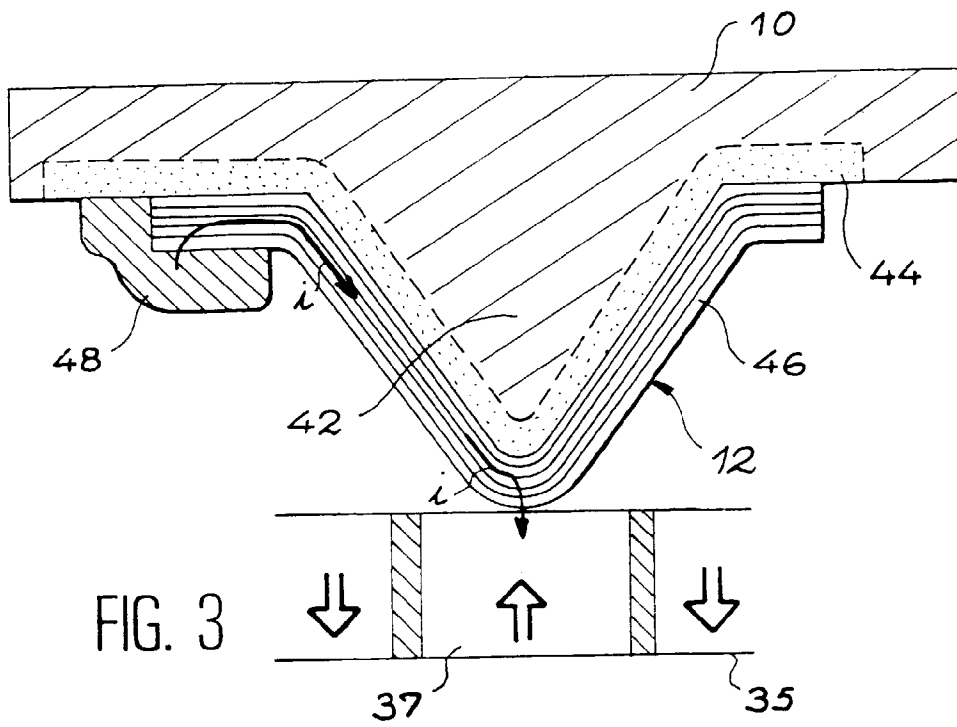


FIG. 4 A

